Der Einfluß der Kohlensäure-Einatmung auf Bergleute.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin und Chirurgie

der

Hohen Medizinischen Fakultät der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

ACAD. LUGD. BAT BIBL.

vorgelegt von

Joseph Diebitsch,
prakt. Arzt in Rothenbach i. Schl.

Breslau 1913.
Druck der Breslauer Genossenschafts-Buchdruckerei, E. G. m. b. H.

Gedruckt mit Genehmigung der Hohen Medizinischen Fakultät der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau.

Referent: Geh. Medizinalrat Professor Dr. Pfeiffer.

In einzelnen niederschlesischen Steinkohlenbergwerken haben sich in den letzten Jahren wiederholt Todesfälle infolge Ausbruchs großer Kohlensäuremengen ereignet. Die Beobachtungen, die aus Anlaß der Untersuchung eines derartigen Ausbruchs gemacht worden sind, gaben dem Königlichen Oberbergamt Veranlassung, sich an das Hygienische Institut zu Breslau mit der Anfrage zu wenden, ob dasselbe in der Lage und geneigt wäre, Versuche darüber anzustellen, welche Einwirkungen die kohlensäurehaltigen Grubenwetter auf den menschlichen Organismus ausüben.

Der Direktor des Hygienischen Instituts machte darauf den Vorschlag, die in den betreffenden Gruben arbeitenden Bergleute einer eingehenden ärztlichen Untersuchung zu unterziehen und das Resultat mit demjenigen zu vergleichen, was man bei der Untersuchung von Bergleuten, die in kohlensäurefreien Gruben arbeiten, fände.

Es wurde nun zunächst ein Rundschreiben an alle Knappschaftsärzte des hiesigen Bezirks gerichtet mit der Anfrage, ob, und welche nachteiligen Folgen sie bei Bergleuten, die in den kohlensäurehaltigen Abteilungen arbeiten, gefunden hätten. Diese Umfrage hatte ein vollständig negatives Resultat.

Darauf wurden im hiesigen Knappschaftslazarett 100 Bergleute untersucht, junge und alte, solche mit kurzer und solche mit langer bergmännischer Tätigkeit, mit einer Arbeitszeit in den kohlensäureführenden Abteilungen von 1½ bis mehr als 25 Jahren. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist mir von dem leitenden Arzt des Knappschaftslazaretts, Herrn Dr. Müller, in liebenswürdiger Weise

zur Verfügung gestellt worden und wird weiter unten des Näheren besprochen werden.

Was die Herkunft der Kohlensäure in den hiesigen Gruben anbelangt, so ist man sich über diese Frage in den sachverständigen Kreisen noch nicht im Klaren.

Einzelne[1]) sind der Ansicht, daß sie mit den benachbarten Porphyrausbrüchen im Zusammenhange stehe und die letzten Reste vulkanischer Tätigkeit darstelle. Für diese Annahme soll unter anderem auch das Vorkommen zahlreicher Kohlensäurequellen in der Nähe von Eruptivgestein im niederschlesischen Gebirgslande fern vom Kohlenrevier sprechen. Als Austrittsstellen wären Spalten und der klüftige Sandstein anzusehen. Andere sind wieder der Ansicht, daß die Kohlensäure in den Flözen entstehe, in denen dauernd chemische Prozesse vor sich gingen, die Kohlensäure erzeugten. Sie soll dann unter bestimmten Bedingungen in dichterem Aggregatzustande unter hohem Druck aufgespeichert werden. Die fortschreitende natürliche Oxydation der Kohle soll einen derartigen Prozeß darstellen. Außerdem kämen noch besondere, zur Zeit noch unbekannte chemische Vorgänge hinzu. Als Beweis für diese Annahme wird der Umstand angeführt, daß die Kohlensäure nach zahlreichen Beobachtungen sehr kalt austritt, also aus dichterem, unter Umständen flüssigem Aggregatzustande expandiere.

Durch Sprengschüsse werden die in dem Gestein aufgespeicherten Kohlensäuremengen bisweilen frei, und es kommt dabei zu den großen Ausbrüchen, denen schon wiederholt Menschenleben zum Opfer gefallen sind.

Eine wie enorme Gewalt dabei zustande kommt, beweist der Umstand, daß schon bis über 100 Wagen Kohle durch einen derartigen Ausbruch losgesprengt worden sind!

Die Ausbrüche waren niemals irgendwie vorher erkennbar, sondern traten immer vollkommen unvermutet auf.

---

[1]) Laske, Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preußischen Staat, Jahrg. 1911, Band 59.

Um tödliche Unfälle bei diesen unvermeidlichen Kohlensäureausbrüchen möglichst zu verhindern, sind in den betreffenden Gruben folgende Sicherheitsmaßregeln getroffen:

1. Jede Strecke ist mit wenigstens zwei ständig dort arbeitenden Leuten zu belegen.
2. Es muß auf wenigstens 3 m vorgebohrt werden.
3. Maschinelle Schrämarbeit ist untersagt.
4. Die Bewetterung erfolgt mit Hilfe einer an der Sohle liegenden, saugenden und einer blasenden Luttenleitung, die frische Wetter unmittelbar vor Ort führt.
5. In der Nähe der gefährdeten Abteilung ist im frischen Strom eine Rettungsstation zu errichten, in der, falls die Grubenverhältnisse ein Lagern von vollständigen Atmungsgeräten nicht zulassen, wenigstens mehrere Sauerstoffflaschen zur Wiederbelebung etwa betäubter Personen gebrauchsfertig aufzubewahren sind.
6. Die Wettermenge muß in den belegten Bauen wenigstens 5 cbm pro Kopf betragen.
7. Die Wetter sind aus solchen Betrieben unmittelbar in die Wetterabzugsstrecke zu leiten.
8. Die betreffenden Arbeitspunkte sind wenigstens dreimal in der Schicht durch Aufsichtspersonen zu befahren.
9. Es muß für einen während der Schicht beleuchteten Fluchtweg gesorgt sein.
10. Als Warner ist eine möglichst nahe der Sohle aufzustellende Sicherheitslampe dauernd zu verwenden.
11. Die hereingehauenen Kohlen sind schnell wegzufüllen.
12. Die gefährdete Grubenabteilung ist mit der nächsten Rettungsstation über Tage durch ein Telephon zu verbinden.
13. Die Wetter vor Ort, von denen zeitweilig, mindestens aber alle 4 Wochen, eine Probe zur Feststellung des Gehalts an CO_2, CH_4 und O zu entnehmen ist, sind ständig zu kontrollieren.

14. An der Telephonstation sind wenigstens 4, jederzeit gebrauchsfertige, elektrische Akkumulatorenlampen bereit zu halten.
15. Die Leute sollen während des Schießens im frischen Wetterstrom verweilen. Sie haben sich sofort nach dem Anzünden dorthin zu begeben und bis zum Abziehen der Sprenggase dort zu warten.

Trotz aller dieser Vorsichtsmaßregeln haben sich in den letzten Jahren wiederholt tödliche Unfälle anläßlich großer Kohlensäureausbrüche ereignet.

So brach im Jahre 1910 in einer hiesigen Grube ein starker Kohlensäurebläser durch und betäubte zwei Leute, die an dieser Stelle arbeiteten, und noch zwei weitere, die in der Nähe sich aufhielten. Zwei wurden noch in der Grube zum Leben zurückgerufen, während bei den beiden anderen die Wiederbelebungsversuche ohne Erfolg blieben.

Im Jahre 1912 erfolgte wiederum ein Kohlensäureausbruch nach Abtun von zwei Schüssen mittels elektrischer Momentglühzündung. Es brach ein starker Kohlensäurebläser durch und die freigewordene Kohlensäure strömte mit großer Gewalt und Geschwindigkeit in der blasenden Luttentur, die frischen Wetter zurückdrängend, nach der einen Strecke, wo fünf Bergleute auf der Flucht vor der Kohlensäure überrascht und getötet wurden. In demselben Jahre ereignete sich noch ein weiterer Kohlensäureausbruch, dem drei Bergleute zum Opfer fielen. Die Menge der CO_2 bei diesem Ausbruch wurde auf 3000 cbm geschätzt.

Der Vorgang war kurz folgender:

Es sollte mittels elektrischer Fernzündung geschossen werden, und zu diesem Zwecke hielten sich die drei später verunglückten Bergleute in einer sogenannten Schutzkammer auf. Diese besteht aus einem Raum von 3 m Länge, 1,80 m Breite und 1,80 m mittlerer Höhe. Wände und Decke sind aus gespundeten Brettern hergestellt und schließen gegen die Außenluft fast vollkommen dicht ab. Durch ein 0,75 m langes Rohr ist die Kammer an die Preßluftleitung der Grube (5 Atmosphären) angeschlossen, und man kann, wenn

man den Hahn dieser Leitung öffnet, beobachten, wie durch die geringen Undichtigkeiten im Holz und am Umfange der Tür Preßluft nach außen strömt, während es ganz ausgeschlossen erscheint, daß bei geschlossener Tür und geöffnetem Preßluftleitungshahn Kohlensäure von außen her in die Kammer eindringen kann. Die Kammer besitzt ein Fensterchen, durch welches man die einfallende Strecke nach unten zu überblicken kann. Sie ist mit dem Kopf der einfallenden Strecke durch eine elektrische Klingelleitung verbunden; ferner enthält sie die Einrichtung für die elektrische Zündung der Sprengschüsse vor Ort und eine Anzahl Rettungsgeräte; zur Zeit des Unfalls waren vorhanden:

zwei komplette tragbare Atmungsapparate (System Westfalia),

zwei Reserve-Sauerstoffflaschen für diese Apparate (Doppelflaschen),

sechs kleinere Sauerstoffflaschen (Handflaschen),

fünf elektrische Lampen.

Diese Schutzkammer haben die drei verunglückten Bergleute gegen ihre Instruktion vorzeitig verlassen und wurden tot aufgefunden. Zwei von ihnen hatten zwar den Rettungsapparat umgeschnallt, aber wahrscheinlich in der Eile und Aufregung beim Anlegen der Apparate nicht die erforderliche peinliche Sorgfalt beobachtet. Sie hatten z. B. auch ihre Schutzbrillen in der Kammer liegen gelassen, obwohl sie wissen mußten, daß ohne diese ein Vordringen in der konzentrierten Kohlensäure nicht möglich ist. Durch ganz geringe Undichtigkeiten an der Nase und an den Mundwinkeln neben dem Apparatmundstück haben sie dann jedenfalls soviel Kohlensäure eingeatmet, daß sie unterwegs zusammengebrochen sind. Der dritte Mann ist jedenfalls beim Öffnen der Tür sofort bewußtlos geworden. Die unmittelbar nach der Bergung von einem Arzt mit einem Pulmotor angestellten Wiederbelebungsversuche hatten keinen Erfolg.

Ein weiterer tödlicher Unfall ereignete sich am Ende des Jahres 1912. Es wurden in einer Grube drei mit Carbonit geladene Bohrlöcher elektrisch entzündet. Durch diese Schüsse wurde ein Kohlensäureausbruch hervorgerufen, durch welchen der in der Nähe der Sprengstelle gelegene Schachtteil bis zu den Schießtüren mit Kohlensäure gefüllt wurde. Ein Förderaufseher und der verunglückte Bergmann schnallten sich die beiden an demselben Morgen frisch in die Grube gekommenen Westfalia-Atmungsapparate um und begaben sich in die mit Kohlensäure angefüllte Grubenstrecke. Sie drangen nun zunächst eine kurze Strecke vor, wobei beide in den durch eine Brille nicht geschützten Augen ein starkes Beißen verspürten, weshalb sie sofort den Rückweg antraten. Sie ließen sich nun die Brillen anschnallen und drangen nochmals in die Kohlensäureatmosphäre vor. Der Aufseher ging mit ziemlich schnellen Schritten voran, während ihm sein Begleiter in etwa 15 m Entfernung folgte. Als sich ersterer zufällig umdrehte, sah er den Bergmann winken und hörte aus dem Apparat desselben ein undeutliches Murmeln, was er als „zurück" deutete. Er begab, ohne an einen Unfall zu denken, sich sofort zurück, wobei er den vor ihm gehenden Mann hin und her schwanken sah, so daß er hinzueilte und ihn unter den Armen zu stützen versuchte. Trotzdem brach dieser schnell zusammen. Der Aufseher faßte ihn nun beim Tragriemen und schleifte ihn mit dem Rücken auf dem Boden bis an die Schließtür. Er fühlte sich aber dort selber so ermüdet und erregt, daß er den Bewußtlosen zunächst liegen ließ und nach Öffnung der zweiten Tür die dort postierten zwei Bergleute davon benachrichtigte, daß jener umgefallen sei. Sodann begab er sich, etwas erholt, sofort zurück und konnte den Verunglückten bis an eine relativ kohlensäurefreie Stelle des Schachtes schaffen, von wo ihn dann die beiden andern weiter tragen helfen konnten. Am Querschacht angekommen, wurde der Riemen und das Mundstück des Atmungsapparates zerschnitten und der Apparat abgenommen. Die sofort angestellten und mehrere Stunden,

auch ärztlicherseits, in der Grube fortgesetzten Wiederbelebungsversuche blieben erfolglos, obwohl der Verunglückte nach Aussage des Aufsehers allerhöchstens 10 Minuten in dem Kohlensäuregemisch gewesen ist.

Die an demselben Tage vorgenommene Obduktion ergab folgendes:

Kräftiger Körperbau mit normalem Fettpolster, gut entwickelte Muskulatur. Die Nichtbeweglichkeit der großen und kleinen Gelenke und die Anspannung der Bauch- und Halsmuskulatur beweisen das Vorhandensein der Leichenstarre. Die Hautfarbe ist im allgemeinen blaurot, am Unterleib graugrün, am Rücken nur geringe blaue Senkungsflecke. Die Druckstellen sehen blaß aus. Der ganze Körper, besonders der Oberkörper und das Gesicht, sind mit Kohlenstaub bedeckt. Beim Einschneiden in die Senkungsfläche sieht man in der Tiefe einzelne Blutpünktchen, doch nirgends außerhalb der Gefäße befindliches Blut. Beim Wenden der Leiche aus Nase und Mund keine Absonderung. Verwesungsgeruch ist nicht wahrnehmbar. Der Kopf ist mit kurzem, dunklem Haar besetzt, zeigt keinerlei Verletzung. Die Augen sind fest geschlossen; die Lidbindehäute und die des Augapfels von weiß-bläulicher Farbe. Die Blutgefäße sind etwas gefüllt, die Augäpfel zusammengefallen, die Hornhäute getrübt. Die von brauner Regenbogenhaut umgebenen Pupillen sind ziemlich weit, Nasenknochen und -knorpel unverletzt. Die Öffnungen der Nase sind frei von Fremdkörpern, ebenso die Ohren. Lippen und Zahnfleisch blaurot, der Mund leicht geöffnet. Zunge blaurot mit dunklem Belag. Zähne schlecht erhalten, fehlen größtenteils. Am Hals springt der Kehlkopf etwas vor und zeigt eine leichte Verdickung zu beiden Seiten der Luftröhre. Er ist widernatürlich beweglich. Der nicht besonders aufgetriebene Leib zeigt keine Abnormitäten, auch auf der Rückenseite nichts Besonderes.

An den oberen Extremitäten sind die mit blauen Nägeln versehenen Finger leicht nach innen gekrümmt, an den unteren ist nichts Abnormes zu bemerken.

Mittels eines vom linken zum rechten Ohr geführten Schnittes mitten über den Scheitel werden die weichen Kopfbedeckungen durchschnitten und nach vorn und hinten abgezogen. Herbei zeigen sich an der Stirn oberhalb beider Augen und hinter dem rechten Ohr ein etwa handtellergroßer Bluterguß. Die Innenfläche der Kopfhaut ist an dieser Stelle blutig infiltriert, sonst glatt; aus den ungefähr 3 mm dicken Schnittflächen ganz vereinzelte geringe Blutaustritte. Die Knochenhaut des Schädels zeigt eine blaßrote Farbe, ist ziemlich schwer abzulösen und ohne jede Verletzung. Der breite und normal gewölbte Schädel zeigt eine leicht rötliche Farbe; er sägt sich leicht und hat eine Dicke von 5—7 mm. Der Längendurchmesser 17,5, der Breitendurchmesser 16 cm. Die Nähte sind verknöchert, die harte Hirnhaut ist an einigen kleinen Stellen mit dem Schädelknochen fest verwachsen, kann aber mühelos gelöst werden. Die äußere Fläche glatt, durchscheinend. Die Gefäße sind bis zu den äußersten Verästelungen stark mit Blut gefüllt, so daß sie über die Ebene hervorspringen. Die innere Fläche ohne Auflagerungen und glänzend. Die weiche Hirnhaut ist abziehbar, zart und durchsichtig, bis auf eine kleine Stelle in der Gegend der rechten, vorderen Zentralwindung, wo dieselbe etwas verdickt und mit der harten Hirnhaut verwachsen ist. Nach Herausnahme des Hirns zeigen sich im Schädelgrund weder Flüssigkeit noch sonstiger Inhalt. Die queren Blutleiter sind mit dunklem, flüssigem Blute gefüllt, ebenso die des Zeltes. Das Großhirn ist symmetrisch gebaut, an beiden Seiten abgeflacht. Es ist normal groß, von weicher Beschaffenheit und zeigt die Blutadergefäße bis zur vollen Rundung mit Blut gefüllt. Nach Durchschneidung des Balkens gelangt man in die mit weniger klarer Flüssigkeit gefüllte, nicht erweiterte dritte Hirnhöhle. Auch beide Seitenhöhlen zeigen keine bedeutende Erweiterung und keine vermehrte Flüssigkeits-

menge. Die Adergeflechte sind von blutgefüllten Gefäßen stark durchzogen, auch die der dritten Höhle. Die durch beide großen Hirnhalbkugeln gemachten Durchschnitte zeigen das Gewebe von weicher Konsistenz. Es ist überall mit bis stecknadelkopfgroßen Blutpünktchen besetzt, ebenso die Vierhügel. Die vierte Hirnhöhle ist nicht erweitert und mit wenig klarer Flüssigkeit erfüllt; ihre Wandungen sind glatt und glänzend. Das Kleinhirn ist gleichfalls von weicher Konsistenz; die graue und Marksubstanz sind mit zahlreichen Blutpünktchen durchsetzt. Die Brücke und das verlängerte Mark sind von weicher Konsistenz, im allgemeinen von rötlicher Färbung und starker Füllung der Gefäße. Nachdem die harte Hirnhaut von der Schädelgrube abgezogen ist, zeigen sich die Knochen unverletzt, mit stark gefüllten Gefäßen durchsetzt. Durch einen, vom Kinn bis zur Schamfuge reichenden Schnitt wird die Haut gespalten. Das Fettpolster ist mittelstark entwickelt, die Muskulatur kräftig, hellbraun. Aus der geöffneten Bauchhöhle strömt Fäulnisgeruch aus. Die Lage der Teile ist normal. Der Bauchfellüberzug ist glatt und durchscheinend, das Netz bedeckt etwa die obere Hälfte der Darmschlingen und ist mäßig mit gelbem Fett belegt. Seine Adern sind blutleer; Magen und Darm sind schwach ausgedehnt. Die Leber überragt den rechten Rippenbogen um 2 bis 3 cm und reicht nach links 5 cm über die Mittellinie. Das Zwerchfell steht rechts am oberen, links am unteren Rand der 6. Rippe. Nachdem das Brustbein entfernt ist, retrahieren sich die Lungen in normaler Weise. In beiden Brustfellsäcken keine Flüssigkeit. Die Brustfelle sind glatt, hellgrau-rötlich, die Gefäße netzartig gefüllt; an keiner Stelle Verwachsungen. Die vorliegenden Lungenteile sind in normaler Weise ausgedehnt und lassen in etwa Handtellergröße den Herzbeutel frei. Die Lungen sind von dunkelblau-roter Farbe und weisen auf der Vorderseite ihrer Unterlappen eine große Anzahl roter Blutextravasate bis zu Erbsengröße auf. Der Mittelfellraum ist wenig fettreich und zeigt eine schwach rote Farbe des Gewebes, das teilweise mit blutführenden

Gefäßen durchzogen ist. Die großen, außerhalb des Herzbeutels befindlichen Gefäße sind zusammengefallen, von hell rötlicher Farbe. Die äußere Fläche des Herzbeutels ist mit blutgefüllten Gefäßen durchzogen und zeigt einen leichten Fettbelag. Der Herzbeutel enthält etwa 1½ Eßlöffel einer klaren, gelblichen Flüssigkeit, ist hell durchscheinend und glatt, von mürber Beschaffenheit. Das Herz entspricht der Größe einer geballten Faust der Leiche und ist blaß-bräunlich; seine Oberfläche ist mit ziemlich starken Fettauflagerungen versehen. Die Länge beträgt 13, die Breite 10 cm. Die Spitze liegt am unteren Rand der 6. Rippe. Während rechter Vorhof und Kammer schlaff zusammengefallen sind, ist der linke Vorhof und die linke Kammer prall gespannt und mit Blut gefüllt. Die Kranzgefäße sind mäßig mit Blut gefüllt. Im linken Vorhof und in der linken Kammer etwa 25 cbm flüssiges, dunkles Blut. Der rechte Vorhof und die rechte Kammer sind leer. Von jedem Vorhof vermag man bequem mit zwei Fingerspitzen in die entsprechende Kammer zu gelangen. Beim Herausschneiden des Herzens entleert sich aus den großen Brustaderstämmen eine reichliche Menge, etwa 70—80 cbm dunklen, flüssigen Blutes. In die Körperschlagader und Lungenschlagader eingegossenes Wasser bleibt in denselben stehen. Das Herzfleisch ist ziemlich fest, braunrot. Die Dicke der linken Kammer beträgt 1,5—2 cm, die der rechten 0,75—0,9 cm. Die das Herz auskleidende Haut ist durchscheinend und glatt, weder an ihr noch an den Herzklappen finden sich Auf- oder Einlagerungen. Der Durchschnitt der großen Körperschlagader ist derart, daß man bequem mit zwei Fingern ins Lumen eindringen kann. Die Lungenarterien sind um ein geringes weiter. Eingegossenes Wasser bleibt in beiden stehen. Die Klappen beider Schlagadermündungen sind zart, die zweizipflige Klappe ist bequem für zwei Finger durchgängig, ebenso die dreizipflige. Die Kranzarterien sind im Lumen nicht verengert, ihre Wandungen nicht verkalkt, nur leicht brüchig; ihre Innenfläche ist glatt. Die Lungen sind sehr umfang-

reich, beiderseits 26 cm lang und 16 cm breit und aufgetrieben, besonders in den Unterlappen. Die Oberfläche ist dunkelbraun und blaurot. Sie fühlen sich überall elastisch und knisternd an. Die Schnittflächen sind glatt und braunrot, die Konsistenz ist ziemlich derb. Die Luftröhrenäste, tief in die Lungen verfolgt, sind mit geringer, schaumiger, hellrötlicher Flüssigkeit gefüllt. Ihre Schleimhaut ist blaßgrau, glatt. Die Lungengefäße sind an ihren Wurzeln frei von Gerinnseln. Die rechte Lunge verhält sich wie die linke. Die absteigende Körperschlagader ist reichlich mit dunklem Blut gefüllt, ihre Wandungen sind hellgelb, glatt, elastisch. Die obere Hohlader ist mit dunklem Blute ziemlich stark gefüllt; die großen Gefäße zu beiden Seiten des Halses sind zusammengefallen, leer, ohne irgendeine Veränderung. Die rechte Unterkieferdrüse ist zu Walnußgröße angeschwollen, ohne Eiterherde, mit kleinen Blutaustritten durchsetzt. In der Tiefe beider Gaumenmandeln, die nicht besonders vergrößert sind, befindén sich kleine Eiterherde; die übrigen Halsorgane zeigen keine abnormen Verhältnisse. Die Speiseröhre ist unverletzt und leer. Der Kehlkopf und die Luftröhre enthalten eine geringe Menge zähen, blasigen Schleimes. Die Schleimhaut ist glatt, nicht verdickt, gleichmäßig schmutzig-rot. Die Halswirbelsäule zeigt keine Abnormitäten, auch in der tiefen Muskulatur keine Abweichung. Die Rippen- und Brustwirbel sind unverletzt.

Die Milz ist 16 cm lang, 12 cm breit und 6 cm dick. Ihre Oberfläche ist blaubraun und weist auf beiden Seiten je zwei, am unteren Ende eine und auf der vorderen Oberfläche eine tiefgehende Furche auf. Ihre Konsistenz ist mittelfest; auf ihrer braunroten Schnittfläche tritt reichlich braunrote Flüssigkeit aus. Die Pulpa ist derb, braunrot. Die Bälkchen sind gut, die Malpigischen Körperchen schlecht sichtbar; die linke Niere ist 13 cm lang, 8 cm breit und 3,5 cm dick. Ihre Kapsel ist nicht mit Fett belegt, sie läßt sich leicht abziehen. Die Oberfläche der Niere ist bräunlich, glatt, die Konsistenz derb. Auf der Schnittfläche sind die Knäuel hervortretend, die Pyramiden deut-

lich. Die Rindensubstnz ist dunkelbraun, 0,5 cm stark. Die rechte Niere ist von derselben Beschaffenheit wie die linke. Beide Nebennieren sind braungrau, haben starke Rinden- und schwache Marksubstanz. Die Harnblase ist nicht sonderlich ausgedehnt und enthält etwa 50 cbm hellen, klaren Harn. Sie ist unverletzt, äußerlich blaßrot, ihre Schleimhaut hellgrau. Der Mastdarm enthält wenig Kot, ist äußerlich blaßbraun, seine Schleimhaut gelblich. Der Zwölffingerdarm enthält eine grau-grünliche Masse; seine Schleimhaut ist gelblich. Bei Druck auf die Gallenblase entleert sich leicht gelbgrüne Galle; der Gallengang ist somit wegsam. Der Magen ist nicht besonders ausgedehnt; seine Außenfläche ist blaß und mit gefüllten Blutgefäßen besetzt. Er enthält nur wenig grünlich-braunen Speisebrei. Die Schleimhaut ist mit Gefäßen reichlich durchsetzt, weist keine Suggillationen auf. Die Leber fühlt sich derb an und hat eine glatte, blaß-bräunliche Oberfläche. Sie ist 28 cm lang, 22 cm breit und 9 cm dick. Aus ihrer dunkelbraunen Schnittfläche fließt wenig Blut aus. Die Leberläppchen sind deutlich erkennbar. Die Bauchspeicheldrüse ist ziemlich derb, von grauroter Farbe. Das Gekröse zeigt kleine Fettklümpchen, ist durchscheinend und von wenig gefüllten Gefäßen durchzogen. Die Lymphdrüsen desselben sind nicht verändert. Der Dünndarm ist äußerlich glatt, wenig von Blutgefäßen durchsetzt und enthält einen dünnen, gelblichgrünen Brei. Seine Schleimhaut ist blaß, wenig aufgelockert und zeigt schwach gefüllte Gefäße. Der Dickdarm ist mäßig gebläht und enthält wenig Kot. Seine Schleimhaut ist blaßgrau. Die untere Hohlader ist zum Teil mit dunklem, flüssigem Blute gefüllt. Die Bauchschlagader ist leer und zeigt keine Abnormität. Die Lendenwirbelsäule und Beckenknochen sind unversehrt.

Eine Blutprobe wurde dem Königlichen Medizinal-Untersuchungsamt zu Breslau zur Untersuchung zugeschickt. Es wurde dort festgestellt, daß weder chemisch noch spektroskopisch Kohlenoxyd nachzuweisen sei. Es konnte auch

keine Veränderung des Blutes durch Kohlensäure festgestellt werden.

Daher gaben die Obduzenten ihr vorläufiges Urteil dahin ab, daß die Sektion eine Todesursache zweifelsfrei nicht ergeben hat. Jedenfalls dürfte der Verunglückte keinem organischen Leiden erlegen sein.

Die genaue Untersuchung des Westfalia-Apparates hat folgendes ergeben:

Eine Undichtigkeit der Brustsäcke und des Rückenteils war nicht zu ermitteln. Alle Schläuche, sowie deren Verschraubung und Anschlüsse befanden sich in ordnungsmäßigem Zustande. Der Injektor zeigte die vorschriftsmäßige Saugkraft, woraus gefolgert werden muß, daß dem Träger des Apparates die vorschriftsmäßige Zirkulationsluftmenge (70 l pro Minute) zur Verfügung gestanden habe. Die Munddüse mit Gummimundstück sowie der Speichelfänger waren in Ordnung. Die Hartgummiplatte des Ausblaseventils war etwas zu klein und trat deshalb bei Füllung des Brustsackes vorzeitig in Funktion. Der letztgenannte Übelstand konnte wohl einen leicht vorübergehenden, geringen Luftmangel, aber nicht eine schwere Verunglückung, wie im vorliegenden Falle, zur Folge haben. Das untere Luftrohr des Rückenteiles war an einer Stelle breitgedrückt. Auch dieser Fehler kann aber nicht zur Verunglückung des Rettungsmannes geführt haben, da der Querschnitt des Rohres nicht verengert worden ist. Die Untersuchung der Atmungsluft des Apparates hat ergeben, daß ihre Zusammensetzung nicht den Tod des Rettungsmannes verursacht haben kann.

Das auf Grund der Unfallakten und des Sektionsprotokolls eingeholte Gutachten des Direktors des Breslauer Hygienischen Instistuts lautete folgendermaßen:

„Die Obduktion hat keinerlei Anhaltspunkte für die Todesursache ergeben. Speziell im Gehirn der Schädelhöhle ist nichts Abnormes gefunden worden. Auch in der Brusthöhle fanden sich keine Veränderungen, die als Todesursache anzusprechen sind, oder darauf einen Hinweis

gaben. Das Herz hatte etwas den Durchschnitt übersteigende Größenverhätnisse, aber auch sie sind mit Rücksicht darauf, daß der Verstorbene 1,78 m groß war, noch durchaus im Bereich des Normalen. Die Dicke der Herzwand und der Zustand des Muskels zeigen normale Verhältnisse. Die Angabe des Obduktionsprotokolls: „Die Oberfläche des Herzens ist mit ziemlich starken Fettauflagerungen versehen", hat auch keine pathologische Bedeutung, da eine Verfettung der Muskulatur selbst nicht erwähnt ist. Im ersten Augenblick auffällig könnte der folgende Befund erscheinen: „Während der rechte Vorhof und die rechte Kammer schlaff zusammengefallen sind, zeigte sich der linke Vorhof und die linke Kammer prall mit Blut gefüllt." Jedoch ist die Leere des rechten Herzens die Folge davon, daß die Obduktion in der Schädelhöhle begonnen hatte und das Blut infolgedessen abfließen konnte; andererseits ist der Füllungszustand des linken Herzens keineswegs abnorm stark, da im linken Vorhof und in der linken Kammer nur 20—25 cbm Blut, also eine durchaus normale Quantität, gemessen wurden. Die Lungen sind als sehr umfangreich beschrieben und besonders an den unteren Lappen aufgetrieben, während die oberen Lappen mehr eingefallen waren. Das würde als ein mäßiger Grad von Lungenblähung aufgefaßt werden können. Sonst ist weder in der Brust noch in der Bauchhöhle ein wesentlicher pathologischer Befund festgestellt worden. Ich muß daher den Standpunkt vertreten, daß die Annahme eines Herzschlages als Todesursache durch die Leichenöffnung keinerlei Stützen findet und deswegen zurückzuweisen ist. Es bleibt nur die Auffassung übrig, daß der Mann durch Kohlensäurevergiftung zugrunde gegangen ist. Bei derartigen Unglücksfällen pflegt der Obduktionsbefund negativ zu sein, keineswegs muß jedesmal ein erheblicher Grad von Lungenblähung vorliegen. Gegen die Diagnose: „Kohlensäurevergiftung" spricht auch nicht die Tatsache, daß die chemische und spektroskopische Untersuchung des Leichenblutes im Medizinal-Untersuchungsamt zu Bres-

lau keine Veränderung des Blutes durch CO_2 ergeben hat, ebenso das negative Ergebnis der Wiederbelebungsversuche. Es kann vorkommen, daß Menschen, die durch Kohlensäure erstickt sind, selbst wenn die Wiederbelebungsversuche nicht sofort vorgenommen werden können, trotzdem ins Leben zurückgerufen werden, aber ein derartig günstiger Ausgang ist nicht als Regel zu betrachten, da oft genug selbst rechtzeitige Wiederbelebungsversuche ohne Erfolg bleiben. Es ist nun die Frage zu erörtern, wie denn die Kohlensäurevergiftung zustande gekommen ist, da doch der Verunglückte mit einem Atmungsapparate in die Kohlensäure sich hineinbegeben hat. Von vornherein sind zwei Möglichkeiten vorhanden: entweder ist der Apparat nicht ordnungsmäßig angelegt worden, so daß die Kohlensäure direkt inspiriert werden konnte, oder aber der Apparat hat aus irgendeinem Grunde schlecht funktioniert. Die erste Möglichkeit ist wohl zurückzuweisen, da der Verunglückte als Rettungsmann ausgebildet und mit dem Apparat wohl umzugehen verstand; auch bemerkte der Aufseher, daß sich der Verunglückte die Nase ordnungsmäßig mit Watte verstopft hatte. Es würde also an eine Unbrauchbarkeit des benützten Westfalia-Apparates zu denken sein. Dieser Annahme stehen allerdings die Aussagen des Zeugen gegenüber, der auf das Bestimmteste bekundet, daß er zwei Tage vorher den von dem Verunglückten benutzten, noch neuen Westfalia-Apparat mit einem frischen Regenerator versehen habe, von dem er vorher erst die Verschlußplombe hätte lösen müssen. Der Verunglückte hatte den Apparat mit einer von ihm selbst frisch gefüllten Sauerstoffflasche versehen. Bei dem ersten Vordringen in die CO_2-Luft hat er auch von einem schlechten Arbeiten seines Apparates nichts erwähnt. Daß Sauerstoff in reichlicher Menge und entsprechendem Druck vorhanden war, wird ferner bewiesen durch einen Zeugen, der etwa 1½ Stunden nach dem Unfalle bis in die Nähe der Kohlensäureinbruchstelle vorgedrungen ist und den Westfalia-Apparat, den der Verunglückte getragen hat, noch in voller Tätigkeit vorgefunden

hat, mit offenem Sauerstoffventil, das er dann erst abstellte. Die offizielle Untersuchung des Apparates seitens der Zentralstelle für Grubenrettungswesen hat ergeben, daß alle wesentlichen Bestandteile des Apparates sich in ordnungsmäßigem Zustande befanden, daß alle Schlauchverbindungen dicht waren und daß vor allen Dingen der Injektor die vorschriftsmäßige Saugkraft zeigte, woraus gefolgert werden mußte, daß dem Träger des Apparates die erforderliche Zirkulationsluftmenge (70 l pro Minute) zur Verfügung gestanden hat. Aber es findet sich in dem über diese Untersuchung erstatteten Bericht die auffällige Angabe, daß aus dem Mundstück des Apparates beim Anlassen des Sauerstoffs ein übler, an Kalk, Säure und dergleichen erinnernder und auf die Dauer kaum zu ertragender Geruch entströmt sei, der an Erbrechen des Verunglückten denken ließ. Ferner gibt der Obersteiger zu Protokoll, daß er einen mit Rettungsarbeiten vertrauten, kräftigen Mann den Apparat umhängen und unter künstlicher Atmung in freier Luft Körperbewegungen ausführen ließ. Nach 20 Minuten mußte der Mann wegen Übelkeit und Unwohlsein seine Tätigkeit einstellen. Er erklärte dies als sehr einleuchtend dadurch, daß der Apparat an dem betreffenden Zeitpunkt nicht mehr genügend funktionsfähg war, wodurch eine Vergiftung der ihn tragenden Person durch deren eigene CO_2 zustande kam. Tatsächlich stellte ein Chemiker fest, daß der Regenerator derartig mit CO_2 übersättigt war, daß eine weitere CO_2-Aufnahmefähigkeit kaum noch vorhanden sein konnte. Diese nachträglich konstatierte Unbrauchbarkeit des Regenerators würde den Tod des Verunglückten vollauf erklären, wenn man annehmen dürfte, daß sie schon bei der Benützung des Apparates entgegen den vorher erwähnten Zeugenaussagen bestanden habe. Andererseits ist mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die Sättigung des Regenerators mit CO_2 erst während der verhältnismäßig kurzen Zeit nach dem Unglücksfall zustande gekommen sei, in welcher der Apparat unabgestellt in der stark CO_2-haltigen Grubenluft gelegen hat. Ich fühle mich außer-

stande, bei dieser Sachlage mir aus den Akten ein Urteil darüber zu bilden, welche von diesen beiden Möglichkeiten tatsächlich bestanden hat. In dem Schreiben des Königl. Oberbergamts wird die Frage aufgeworfen, ob der Tod nicht vielleicht auf eine schädliche Einwirkung der den Verunglückten umgebenden, stark CO_2-haltigen Luft auch dann zurückgeführt werden könne, wenn seine Atmungswege, Mund und Nase, durch den Rettungsapparat zuverlässig gegen die Außenluft abgeschlossen waren. Das Königl. Oberbergamt scheint demnach daran zu denken, daß tödlich wirkende CO_2-Mengen von der Haut aus aufgenommen werden könnten. Ich möchte diese Vorstellung als unbegründet zurückweisen. Derartige Beobachtungen sind bisher speziell bei CO_2 noch nie gemacht worden. Gegen eine solche Möglichkeit sprechen ferner überzeugende Versuche von A. Chauveau und M. Tissot, welche einen Hund, der durch eine Luftröhrenkanüle mit reiner Atmungsluft versehen wurde, mit der ganzen Körperoberfläche in eine Atmosphäre brachten, die 8 % des so überaus giftigen Schwefelwasserstoffes enthielt. Das Versuchstier zeigte noch nach einer Stunde keinerlei Vergiftungserscheinungen, obgleich das giftige Gas nicht allein von der Haut aus, sondern auch von der Schleimhaut der Mund- und Nasenhöhle in den Organismus aufgenommen werden konnte. Ich selbst habe zur weiteren Prüfung dieser Frage in meinem Institut zwei Meerschweinchen in einen Blechbehälter gebracht, so daß nur ihr Kopf durch eine eingeschnittene, mit Gummidichtung versehene Öffnung in die freie Luft herausragte, während sich ihr ganzer Körper im Innern des Behälters befand. Letzterer wurde dann mit reiner CO_2 vollständig angefüllt. Die Versuchsdauer betrug erstens eine Stunde, im zweiten Versuche sogar 2½ Stunde. Nach Beendigung des Versuchs wurde die Menge der CO_2 im Behälter bestimmt. Sie betrug im ersten Falle noch 90 %, im zweiten sogar annähernd 100 %. Beide Meerschweinchen blieben, obgleich der größte Teil ihrer Körperoberfläche in konzentrierte CO_2 eintauchte, völlig gesund.

Ich halte es daher für ausgeschlossen, daß der so rasch nach wenigen Minuten eingetretene Tod des Verunglückten durch Einwirkung der CO_2 von der Haut aus zustande gekommen ist. Ich gebe mein Gutachten dahin ab, daß der Tod des Verunglückten nicht infolge organischer Erkrankung, durch Herzschlag beispielsweise, erfolgt ist, sondern daß mit großer Wahrscheinlichkeit CO_2 - Vergiftung vorgelegen hat. Ein sicheres Urteil darüber, ob diese CO_2 - Vergiftung durch ungenügendes Funktionieren des benutzten Westfalia-Apparates entstanden ist, läßt sich auf Grund der Akten nicht abgeben."

Ähnliche Todesfälle durch CO_2 - Vergiftung ereignen sich gelegentlich in Wein- und Biergärkellern, wenn Leute sich tief auf den Boden bücken und dabei die sich dort infolge ihres schweren spezifischen Gewichts ansammelnde Kohlensäure einatmen. Auch in Räumen, wo Menschen eng zusammengepfercht sind und die Ventilation nur sehr mäßig oder überhaupt ganz ausgeschaltet ist, kann sich Kohlensäure so stark ansammeln, daß sie zu Erstickung führt. Kobert[1]) berichtet von einem indischen Fürsten, der in Kalkutta 146 gefangene Engländer in einem engen Turmzimmer mit einem nur ganz kleinen Fenster einschließen ließ und sie innerhalb einer Nacht fast alle auf diese Weise ums Leben gebracht hat. Auch auf Sklavenschiffen soll derartiges oft vorgekommen sein. Diese Todesart ist als Erstickung anzusehen und hierbei spielt der Sauerstoffmangel eine hervorragende Rolle, so daß man die Erstickung nicht als eine Vergiftung ansehen kann.

Um selbst die Einwirkung der CO_2 zu erfahren, hat der Oberarzt des hiesigen Knappschaftslazaretts die eine der Kohlensäure führende Gruben aufgesucht und dabei folgende Wahrnehmungen gemacht:

Es strömte damals aus einem etwa 3 m tiefen Bohrloch schwach Kohlensäure aus, die bei vorübergehendem Anlegen des Mundes an das Bohrloch kaum wahrnehmbar,

[1]) Lehrbuch der Intoxikation 1906.

aber doch so stark war, daß die Flamme der daran gehaltenen Grubenlampe in kurzer Zeit erlosch. Während die Ventilation in Tätigkeit war, hatte er keinerlei Beschwerden; nach Abstellung derselben stellte sich etwas beklommenes und bedrückendes Gefühl, eine gewisse Erregung ein; auf der Zunge verspürte er einen leichten, säuerlichen Geschmack; die Atmung blieb von normaler Frequenz, doch wurden einzelne Atemzüge vertieft; der Puls war von normaler Beschaffenheit; es trat mäßiger Kopfschmerz auf, der nach Wiederherstellung der Ventilation und nach Verlassen der Arbeitsstelle bald wieder wich. Die an diesem Tage vorgenommene Luftanalyse ergab:

In der Mitte des Streckenquerschnittes .	1,94 %,
an der Sohle	2,02 %,
an der Firste	1,68 %,
nach Abstellen der Ventilation	6,38 % CO_2.

Die besuchte Stelle wurde als die schlimmste der ganzen Grube bezeichnet. Da nun die Ventilation dauernd im Gange ist, haben wir mit den genannten Kohlensäurewerten bis zu 2,02 % zu rechnen.

Die Frage, ob der dauernde Aufenthalt in einer derartigen Luft nachteilige Folgen auf den menschlichen Organismus ausübe, ist nun durch die Untersuchung von 100 Bergleuten, die in den betreffenden Abteilungen gearbeitet haben, nachgeprüft worden. Das Ergebnis dieser Untersuchungen wird weiter unten des Näheren ausgeführt werden.

Die Literatur über die Folgen der Kohlensäureeinatmung ist sehr gering. Lehmann[1]) behandelt dieses Thema; er kommt zu dem Schlusse, daß die Gefährlichkeit der Kohlensäure im allgemeinen überschätzt werde, und daß andere, vorwiegend physikalische, Schädigungen bei den Minen- und Tunnelarbeitern von weit größerem Einflusse seien.

[1]) Archiv für Hygiene, Jahrgang 99, Band 34.

Die in der Lehmannschen Arbeit angeführten eigenen Versuche verdienen besondere Beachtung, insofern er Arbeiter untersucht hat, die jahrelang in kohlensäurehaltiger Luft beschäftigt gewesen sind, während die von Lehmannn zitierten Autoren nur kurz dauernde Versuche angestellt haben. In dem Sammelwerk[1]) spricht Professor Dr. Broockmann über die Wirkungen der Kohlensäure. Er gibt unter anderem auch eine Zusammenstellung von Literaturangaben über diese Frage, die ich hier wörtlich folgen lasse:

1. 0,1 % CO_2: In der Luft ist die Grenze zwischen guter und schlechter Luft (Pettenkofer).
2. 0,5 % CO_2 sind für Bergleute nicht schädlich.
3. 0,7 % CO_2 schaden den Bergleuten nicht wesentlich.
4. 1,0 % CO_2 rufen merkliches Unbehagen hervor.
5. 2,0 % CO_2: Die Luft ist noch atembar.
6. 3,0 % CO_2: Atembeschwerden beim Menschen.
7. 4,0 % CO_2: Atemnot und geringer Puls.
8. 5,0 % CO_2: Kopfweh.
9. 5—6 % CO_2 wirken tödlich (Köhler, Bergbaukunde).
10. 5—6 % CO_2 sind gefährlich (Höfer, Taschenbuch).
11. 6 % CO_2: Herzklopfen und Kopfweh (Brunck, Untersuchung der Grubenwetter).
12. 8 % CO_2: Taumel.
13. 10 % CO_2 sind vollständig hinreichend (!), um Krankheitserscheinungen beim Menschen hervorzurufen (Eulenberg, Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens, Band 2, Seite 244).
14. 8—10 % CO_2: Die Luft wirkt tödlich (Höfer).
15. 10 % CO_2 hält so ziemlich allgemein für die Grenze, von welcher an das Leben eines Menschen gefährdet ist (Gorup-Besanez, Phys. Chemie).
16. 11 % CO_2: Bewußtlosigkeit beim Menschen; der Tod tritt jedoch erst ein, wenn der Mensch mehrere

[1]) Die Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbergbaues in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

Stunden (!) in dieser Atmosphäre verbleibt (Brunck a. a. O. S. 27).

17. 16 % CO_2: Ein Säugetier erleidet Atemnot (Vierordt, Physiologie des Menschen).
18. 18 % CO_2 bringen Erstickung hervor (Vierordt a. a. O.).
19. Die Wirkung der Einatmung von CO_2 auf den Menschen hängt wesentlich von der Schnelligkeit der Aufnahme ab; plötzliche Einatmung großer Mengen kann Bewußtlosigkeit und den Tod veranlassen, während bei allmählicher Steigung der CO_2-Gehalt der Luft gefahrlos ist. (Bis zu welcher Grenze, ist nicht gesagt.) (W. Marcel, Ch. C. 1892, 720.)

Diese auffallend widersprechenden Angaben lassen sich nur damit erklären, daß bei den einzelnen Versuchen die Nebenumstände, wie Größe des Raumes, Geschwindigkeit der Luft und die übrigen Bestandteile des jeweiligen Luftgemenges nicht die gleichen waren.

Auch über die Frage der Giftigkeit der Kohlensäure sind die Meinungen sehr geteilt. Bei Broockmann[1]) finden sich darüber folgende Angaben:

1. Obschon CO_2 nicht im eigentlichen Sinne giftig ist, so wirkt doch die Beimengung weniger Prozente zur Luft erstickend, weil dadurch die Ausscheidung von CO_2 aus der Lunge verzögert wird (Ritter, Chemie).
2. In großer Menge der Luft beigemengt, wirkt CO_2 auf den menschlichen Organismus nicht nur durch die Herabsetzung des Sauerstoffgehaltes, sondern direkt giftig, indem sie dann durch ihren hohen Partialdruck in den Lungen die Abgabe der CO_2 aus dem damit beladenen Blute erschwert (Brunck a. a. O.).
3. CO_2 ist giftig usw. (Z. für physikalische Chemie 2, 3, 99).

[1]) Die Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbergbaues in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

4. CO_2 ist nicht giftig (Meyers Konversationslexikon 1890).
5. CO_2 ist nicht im eigentlichen Sinne (z. B. für den Magen) ein Gift (Kreußler, Chemie).
6. CO_2 ist ungiftig, wenn nicht in größeren Mengen eingeatmet (Muck, Elementarbuch der Steinkohlenchemie).
7. CO_2 ist nicht giftig (Kolbe, Chemie).

Broockmann selbst kommt zu dem Schlusse, daß man die Kohlensäure, die wir dauernd einatmen und selbst produzieren, die wir ständig in unseren Lungen, im Magen und in den Därmen beherbergen, die in unseren meisten Getränken enthalten ist, und die vielfach zu Heilzwecken benützt wird, nicht als ein Gift bezeichnen könne. Sie sei vielmehr ein Auswurfstoff, Exkrement oder Endprodukt schneller oder langsamer Verbrennung.

C. Meißner und M. Füller[1]) machen auch widersprechende Angaben über den Einfluß der Kohlensäure auf den menschlichen Organismus. Während nämlich Meißner die Wirkung von 2—3 % als höchst nachteilig und die von 5—6 % als tödlich bezeichnet, hält Füller 8—10 % für die Dosis, bei der das Leben durch Atmungsstillstand aufhört.

Seltmann[2]) mißt der Kohlensäure, allerdings bei gleichzeitigem Sauerstoffmangel, die Schuld für das starke Auftreten von Emphysem bei Bergleuten bei. Er gibt folgende Zusammenstellung:

Es haben ausschließlich in guten Wettern gearbeitet	239,	
davon emphysematisch	19 =	7,9 %.
Es haben selten und kurze Zeit in schweren Wettern gearbeitet . . .	410,	
davon emphysematisch	154 =	37,6 %.

[1]) Hygiene der Berg- und Tunnelarbeiter, Handbuch der Hygiene, 8. Band.

[2]) Die Gesundheitspflege und medizinische Statistik beim preußischen Bergbau 1881.

Es haben anhaltend in schweren Wettern
gearbeitet 293,
davon emphysematisch . . . . . 182 = 62,1 %.

Nach Kobert[1]) hat die Kohlensäure einerseits eine lokale Wirkung auf die Applikationsstelle, andererseits auch eine resorptive auf das Gefäß- und Nervensystem. Bei der lokalen Einwirkung auf die Haut tritt Jucken, Stechen, Wärmegefühl auf, schließlich tritt an der Applikationsstelle Anästhesie auf, das gleiche von der Kohlensäureeinwirkung auf Schleimhäute. Bei Gehirn- und Rückenmark tritt zunächst auch eine Reizwirkung auf, die sich in Steigerung des Blutdruckes, Pulsverlangsamung durch zentralen Vagusreiz, tieferen Atemzügen und mäßiger psychischer Erregung kundgibt. Bei Einwirkung größerer Dosen folgt dann Lähmung.

Bei der Resorption der Kohlensäure sind alle Schleimhäute, außerdem noch die Lunge, das subkutane Gewebe und auch die äußere Haut beteiligt.

Ausgeschieden wird die Kohlensäure durch die Haut, die Lunge, den Harn und die Darmentleerung.

Nach Versuchen von Haldane und Smith sollen Kaninchen in einer 4 % Kohlensäure enthaltenden Luft elf Tage gelebt haben, ohne daß schädliche Wirkungen an ihnen wahrzunehmen waren. Bei Versuchen, die Axel Holst an weißen Mäusen gemacht hat, sollen jugendliche Individuen gegen Kohlensäureeinatmung viel empfindlicher sein als Erwachsene. Vorausgegangene Arbeit soll die Resistenzfähigkeit gegen Kohlensäureeinatmung herabsetzen.

Nach Einatmung größerer Mengen tritt nach einem kurzen Exitationsstadium Trübung des Bewußtseins auf, das schließlich ganz aufgehoben wird. In dem zweiten Stadium der Erstickung soll es nach Kobert bei den bewußtlosen Patienten zu heftigen Konvulsionen kommen, die bisweilen

[1]) Lehrbuch der Intoxikationen 1906.

einen tetanusähnlichen Charakter annehmen können. Ohne Einfluß soll hierbei die Menge des vorhandenen Sauerstoffes sein. Bei reiner Kohlensäureeinatmung tritt nach wenigen Atemzügen sofortige Lähmung des Atemzentrums ein.

Der dauernde Prozentsatz der Grubenwetter an Kohlensäure wird durch Wetteranalysen, die in regelmäßigen Zwischenräumen vorgenommen werden, ermittelt.

Es stehen mir die Wetteranalysen der letzten 10 Jahre zur Verfügung, die folgende Durchschnittswerte ergaben:

1902	Kohlensäureprozentgehalt . . .	0,98,
1903	„ . . .	1,00,
1904	„ . . .	1,10,
1905	„ . . .	1,09,
1906	„ . . .	0,85,
1907	„ . . .	0,75,
1908	„ . . .	0,62,
1909	„ . . .	0,75,
1910	„ . . .	1,30,
1911	„ . . .	1,30,
1912	„ . . .	1,35.

Der Sauerstoffgehalt bewegte sich in diesen Jahren zwischen 20, 10 und 20,51 %. Dieser Wert entspricht also demjenigen der normalen atmosphärischen Luft.

Die Luft in den Gruben dauernd auf diesem Sauerstoffprozentgehalt zu erhalten, ist nur durch die ausgezeichnete Wetterführung möglich, an deren Vervollkommnung ständig gearbeitet wird. So ist erst im vorigen Jahre in einer der hiesigen Gruben ein Ventilator in Betrieb gesetzt worden, der ungefähr 2400 cbm Luft in der Minute in die Grube befördert.

Von den vorher erwähnten 100 untersuchten Bergleuten arbeiteten 59 weniger als 10 Jahre in den kohlensäureführenden Abteilungen; 22 hatten eine Arbeitszeit von 10—15 Jahren hinter sich, 15 eine solche von 15—25 Jahren, 4 von ihnen konnten auf eine noch längere Arbeitszeit zurückblicken.

Schon der Umstand, daß 41 Bergleute überhaupt länger als 10 Jahre in der kohlensäurehaltigen Luft ausgehalten haben, spricht für die relative Ungiftigkeit der Kohlensäure.

Diese wird aber auch durch das Ergebnis der Untersuchung bestätigt. 60 von den Untersuchten konnten als vollkommen gesund bezeichnet werden; sie gaben auch ihrerseits an, daß sie durch die Arbeit in den kohlensäurehaltigen Abteilungen keinerlei Beschwerden verspürt hätten.

Bemerken will ich hierbei noch, daß zwei von den sowohl objektiv als auch subjektiv vollkommen Gesunden zwei Jahre vorher bei einem Kohlensäureausbruch schwer zu Schaden gekommen waren. Der eine von ihnen erholte sich damals innerhalb dreier Wochen, während der andere ein Vierteljahr lang an Kopfschmerzen und Atembeschwerden zu leiden hatte.

Erkrankungen des Nervensystems waren bei den Untersuchten nicht festzustellen, desgleichen waren keine Herzaffektionen zu verzeichnen. Arteriosklerose fand sich bei sechsen, die jedoch alle das 45. Lebensjahr überschritten hatten. Wenn man berücksichtigt, daß dieses Leiden nach überschrittenem 45. Lebensjahr überhaupt häufig auftritt, so wird man die sechs Fälle kaum der Einwirkung der Kohlensäure zuschreiben können, zumal die Arteriosklerose bei der schwer arbeitenden Bevölkerung besonders häufig auftritt, und zweifellos stellt doch der Bergmannsberuf an den menschlichen Organismus recht große Anforderungen.

An mehr oder weniger chronischem Rheumatismus litten von den Untersuchten 8. Auch dieses Leiden läßt sich durch die Einwirkung anderer Schädlichkeiten, vorwiegend mechanischer Art, erklären und steht mit der Kohlensäureeinatmung in keinem Zusammenhang.

Der Bergmann ist in der Grube häufigem Temperaturwechsel und starker Zugluft ausgesetzt, wozu noch die Durchfeuchtung der Kleider durch das Grubenwasser tritt.

Die Abkühlung der Körperoberfläche in den nassen Kleidern, die schwere, körperliche Arbeit in gezwungener Stellung begünstigen das Auftreten von rheumatischen Beschwerden.

Bei Meißner und Füller[1]) gibt Schlockow eine Zusammenstellung, wonach im

Oberschlesischen Knappschaftsverein . . 4,78 %,
Klausthaler Knappschaftsverein . . . 26,6 %,
von Salinenarbeitern . . . . . 20,42 %,
von Braunkohlenarbeitern . . . . . 16,85 %

pro Jahr an Rheumatismus erkrankten.

Im Vergleich zu diesen Zahlen können die 8 % Erkrankungen an Rheumatismus bei den hier Untersuchten nicht als abnorm bezeichnet und auch nicht der Kohlensäureeinatmung zugeschrieben werden.

Von Erkrankungen des Verdauungstraktus fand sich bei einem einzigen chronischer Magenkatarrh, an dem der Betreffende jedoch schon gelitten hatte, bevor er Bergmann wurde.

Lungenemphysem hatten 6 % der Untersuchten.

Bei Füller[1]) finden wir eine Zusammenstellung, die beachtenswerte Zahlen über dieses Krankheitsbild enthält.

Es sollen nach Hirt in England von 100 Bergleuten 47 an Emphysem gestorben sein. Von den Kohlenarbeitern Oberschlesiens sollen nach Angaben desselben Autors unter 39 879 Untersuchten 14 892 krank gewesen sein und von diesen 6 553 = 44 % an chronischem Bronchialkatarrh und 394 an Emphysem gelitten haben.

Nach Schlockow kamen in

Oberschlesien . . . . . 1,47 %,
im Eschweiler Knappschaftsbezirk . . . 7,4 %

an Emphysem in Behandlung.

---

[1]) Hygiene der Berg- und Tunnelarbeiter. Handbuch der Hygiene, 8. Band.

Nach Racine erkrankten an

Emphysem . . . . . 1,8 %,
Bronchialkatarrh . . . . . 2,27 %.

Derselbe fand bei der Untersuchung von 746 Mann, die wegen anderer Erkrankungen in Behandlung kamen, 179 Emphysematiker, d. h. 26,4 %. Schlockow gibt in Rücksicht auf das bearbeitete Material an, daß

von Salinenarbeitern . . . . . 2,46 %,
von Steinkohlenarbeitern . . . . . 1,47 %,
von Braunkohlenarbeitern . . . . . 0,49 %,
von Kalksteinarbeitern . . . . . 0,08 %

an Emphysem erkrankten.

Hier möchte ich noch einmal die schon weiter vorn zitierte Zusammenstellung Seltmanns[1]) anführen, aus der trotz der kleinen Zahlen hervorgeht, daß der Mangel an Sauerstoff und die Überfüllung der Atmungsluft mit Kohlensäure einen großen Einfluß auf die Erkrankungszahl ausübt.

Es haben ausschließlich in guten Wettern
gearbeitet 293,
davon emphysematisch . . . . . 19 = 7,9 %.
Es haben selten und kurze Zeit in
schweren Wettern gearbeitet . . . 410,
davon emphysematisch . . . . . 154 = 37 %.
Es haben anhaltend in schweren
Wettern gearbeitet 293,
davon emphysematisch . . . . . 182 = 62 %.

Leider ist nicht angegeben, was Seltmann unter schweren Wettern versteht, ob nämlich nur das Vorhandensein von größeren Kohlensäuremengen damit gemeint sein soll, oder ob etwa noch andere schädliche Gase die Wetter zu schweren machten. Eins ist aber bei Seltmann deutlich

[1]) Seltmann vergl. Schlockow: Die Gesundheitspflege und medizinische Statistik beim preußischen Bergbau 1881.

ausgesprochen, daß nämlich neben der Überfüllung der Atmungsluft mit Kohlensäure auch Sauerstoffmangel bestanden hat. Dies ist bei den Bergleuten des hiesigen Bezirks jedoch nicht der Fall, wie aus den Wetteranalysen hervorgeht; ja selbst nach großen Kohlensäureausbrüchen enthielt die Grubenluft noch 19,43 % Sauerstoff! Aus den angeführten Zusammenstellungen der verschiedenen Autoren geht deutlich hervor, daß ein großer Prozentsatz aller Bergleute an Lungenemphysem leidet; hierfür die Kohlensäureeinatmung verantwortlich zu machen, ist schlechterdings undenkbar, da eine ganze Reihe anderer Faktoren das Auftreten dieses Krankheitsbildes in weit höherem Maße begünstigt. Nach Füller begünstigt die gezwungene Körperstellung, die Einatmung von Kohlenstaub, die Verengerung des Brustkorbes, das Heben schwerer Lasten, das Schieben von Wagen, Erkältungen und in ihrem Gefolge Katarrhe mehr als in anderen Ständen die Entstehung des Emphysems.

Zwölf der Untersuchten litten an mehr oder weniger starkem Nystagmus.

Diese ausgesprochene Bergmannskrankheit soll ihre Ursache in der gezwungenen Haltung der Bergleute bei ihrer Arbeit haben, wobei sie ihren Blick dauernd nach oben gerichtet halten müssen. Durch den ständigen Aufenthalt im Halbdunkel wird die Entstehung des Leidens noch begünstigt. Jedenfalls hat diese Erkrankung mit der Einatmung von Kohlensäure nichts zu tun, da sie ja bei Bergleuten, die in kohlensäurefreien Betrieben arbeiten, in gleichem Maße auftritt.

Einzelne der Untersuchten gaben an, daß sie nach längerem Arbeiten in schlechten Wettern, teils nur kurze Zeit, teils mehrere Stunden, an Kopfschmerzen zu leiden hätten. Nach Aufenthalt in frischer Luft verloren sich jedoch die Kopfschmerzen wieder bei all den sechs Bergleuten, die diese Angaben gemacht hatten. Von dauernder

Gesundheitsschädigung durch Kohlensäureeinatmung in geringen Mengen ist also auch hierbei keine Rede.

Irgendwelche andere Erkrankungen haben sich nicht gefunden.

Die Untersuchung der in Frage kommenden Bergleute hat also ergeben, daß die Kohlensäure in geringerer Menge, selbst dauernd eingeatmet, kein Gift, sondern lediglich ein für die menschliche Atmung unbrauchbares Material ist.

Lebenslauf.

Ich, Joseph, Maria, Emil, Karl Diebitsch, katholischer Religion, preußischer Staatsangehörigkeit, wurde am 22. Januar 1882 zu Warmbrunn, Kreis Hirschberg, als Sohn des Kaufmanns Emil Diebitsch und seiner Ehefrau Adine geb. von Douglas geboren. Von Ostern 1888 bis Ostern 1893 besuchte ich die Volksschule, sodann das Königliche Matthiasgymnasium zu Breslau, studierte an der dortigen Universität zunächst 3 Semester katholische Theologie, darauf 10 Semester Medizin und bestand im Wintersemester 1909/10 das ärztliche Staatsexamen. Meiner Militärpflicht genügte ich in dem Sommersemester 1907 bezw. Wintersemester 1911/12. Vom 1. April 1910 bis 31. Juli desselben Jahres war ich als Medizinalpraktikant am St. Adalbert-Hospital zu Oppeln, sodann bis 1. April 1911 in gleicher Eigenschaft am Krankenhaus der Elisabethinerinnen tätig; an letzterer Anstalt blieb ich noch bis zum 1. Oktober 1911, um dann das halbe Jahr als einjährig-freiwilliger Arzt beim 11. Grenadier-Regiment zu Breslau zu absolvieren.

Vom 15. April 1912 bis 1. Oktober 1913 war ich als Assistenzarzt am Knappschaftslazarett zu Waldenburg tätig.

Am 1. Oktober habe ich mich als praktischer Arzt in Rothenbach i/Schles. niedergelassen.